

مدیریت تولید پیشرفته

خانه کیفیت

ارائه دهنده: محمد جواد رجبی

استاد راهنما: جناب آقای دکتر عباسی

بهار-۹۵

مقدمه

بدون شک نقطه قوت QFD در مقایسه با سایر روش های مهندسی کیفیت (COQ ، FMEA و...) گستردگی و تنوع مفاهیم آن می باشد. QFD به طور کلی با سه دیدگاه و نگرش مختلفی که توسط آکائو، ماکابه و فوکوهارا بنیانگذاری شده اند، شناخته می شود. QFD از دیدگاه آکائو، فرایندی مشتمل بر بررسی سی ماتریس می باشد که بنا به نیاز تعدادی یا تمامی آنها در تجزیه و تحلیل داده های طراحی محصول استفاده می شود. نگرش ماکابه که اولین بار در آمریکا توسط دونالد کلایزینگ و در شرکت فورد مطرح شد، شامل چهار ماتریس پیوسته است که به ترتیب عبارتند از: طرح ریزی محصول (خانه کیفیت) طراحی محصول، طرح ریزی فرایند و برنامه ریزی کنترل فرایند. آخرین مدل معروف و عمومی QFD - آرایه شده توسط فوکوهارا - شامل هجده ماتریس می باشد که اولین بار در شرکت تویوتا مورد استفاده قرار گرفت. به هر حال با وجود دیدگاه های متفاوت در مورد QFD دو دیدگاه چهار ماتریسی و سی ماتریسی از اقبال بیشتری نسبت به سایر دیدگاه ها برخوردار شده است.

دیدگاه سی ماتریسی QFD (مدل آکائو) در مقایسه با مدل ماکابه شامل جزئیات بیشتری بوده و در مواردی که نیازمند داشتن اطلاعات جزئی تری برای طراحی محصول هستیم، استفاده از آن از اولویت بیشتری برخوردار است. مزیت دیدگاه چهار ماتریسی QFD نسبت به مدل آکائو، سادگی یادگیری و استفاده از آن می باشد. البته دیدگاه های دیگری نیز وجود دارد. دیدگاه سیزده ماتریسی که تلفیق از بهترین خصوصیات چهار ماتریسی و سی ماتریسی است که بیشترین کاربرد را در مقایسه با سایر دیدگاه ها دارد. دیدگاه آخر نیز، روش مرسوم به بلیتز (هفت ماتریسی) می باشد که توسط ریچارد زولتنر - از شاگردان آکائو - توسعه یافت و در صورت محدودیت منابع سازمان مورد استفاده قرار می گیرد و در آن از ماتریس های معمول QFD استفاده نمی گردد.

با توجه به توضیحات فوق و بنا به دلایل زیر، از بین رویکردهای متفاوتی که نسبت به QFD وجود دارد، رویکرد "چهار ماتریسی" جهت بررسی و تشریح نحوه کاربرد انتخاب شده است.

- رواج بیشتر نسبت به سایر دیدگاه های موجود در بین متخصصان و کاربران QFD
- سادگی یادگیری و خلاصه بودن نسبت به سایر رویکردها

- ارتباط منطقی و ساده مراحل مختلف با یکدیگر
- پوشش مراحل مهم تولید محصول (یا ارائه خدمات) با استفاده از چهار ماتریس با وجود تفاوت هایی که در روش های مختلف QFD وجود دارد ، منطق و فلسفه همه آنها یکی بوده و نقطه شروع اکثر آنها ماتریسی موسوم به " خانه کیفیت " است. لذا در این فصل، ضمن بررسی دقیق اجزای تشکیل دهنده یک خانه کیفیت، مرحله اول از روش چهار مرحله ای QFD (طرح ریزی محصول) شرح داده می شود.

مراحل تکمیل خانه کیفیت

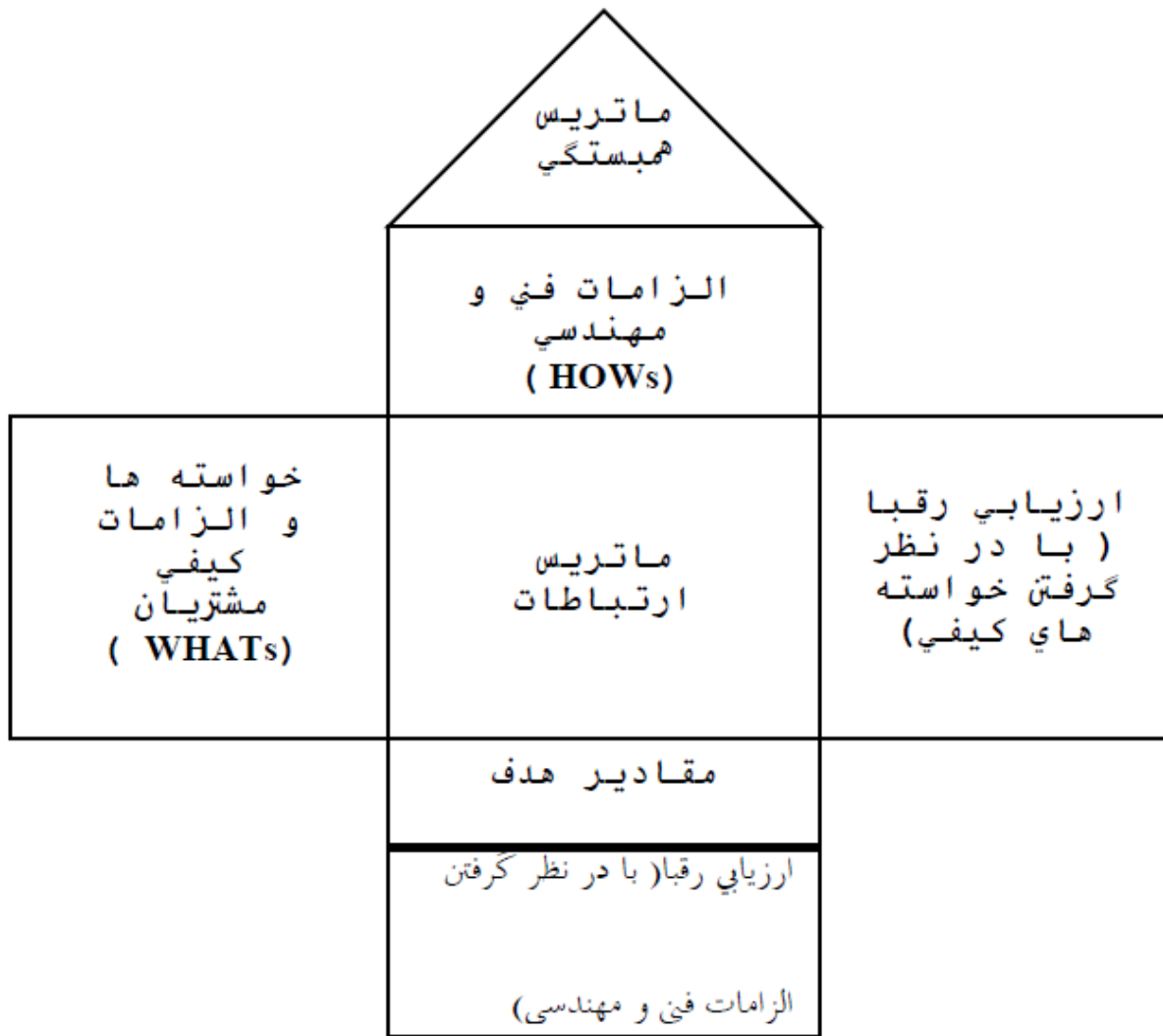
اولین مرحله در روش چهار مرحله ای QFD طرح ریزی محصول است که به واسطه شباهت بسیار زیاد ماتریس آن به شکل خانه ، به آن " خانه کیفیت " اطلاق می شود . خانه کیفیت بر خلاف ظاهر احتمالاً پیچیده و گیج کننده اش حاوی مطالب بسیار مهم و مفیدی است که در صورت تهیه و تنظیم دقیق و مناسب آن ، ضمن ارائه و حاصل آمدن اطلاعات بسیار با ارزشی در مورد محصول ، به واسطه گستردگی و تنوع مفاهیم استخراج شده از آن ، نقطه پایانی بسیاری از پروژه های واقعی QFD می باشد .

خانه کیفیت ، ابزاری توانمند برای ترجمه ندای مشتری و خواسته های کیفی او از محصول به الزامات کمی می باشد که به نحو بسیار چشمگیری قابلیت پیگیری و لحاظ نمودن آنها را در محصول ، از طرف سازمان بالا می برد . همان گونه که در قسمت های بعدی این فصل از نظر خواهد گذشت ، خانه کیفیت به گونه ای بسیار ساده و ملموس ، می تواند به صورت ماتریسی از Whats (چه ها) و Hows (چگونه ها) که تبیین کننده مفاهیم ذیل می باشند ، در نظر گرفته می شود:

Whats (چه ها) شامل خواسته ها و نیازهای مشتریان از محصول و یا خدمت شما می باشند . (الزامات مشتری)

Hows (چگونه ها) مبین چگونگی ارائه خواسته ها مشتریان (Whats) در محصول می باشند (الزامات فنی محصول)

خانه کیفیت ماتریسی است که در آن رابطه میان Whats (چه ها) و Hows (چگونه ها) مشخص می گردد.



نمونه ای از یک ماتریس خانه کیفیت

تعیین خواسته ها و الزامات کیفی مشتریان (Whats)

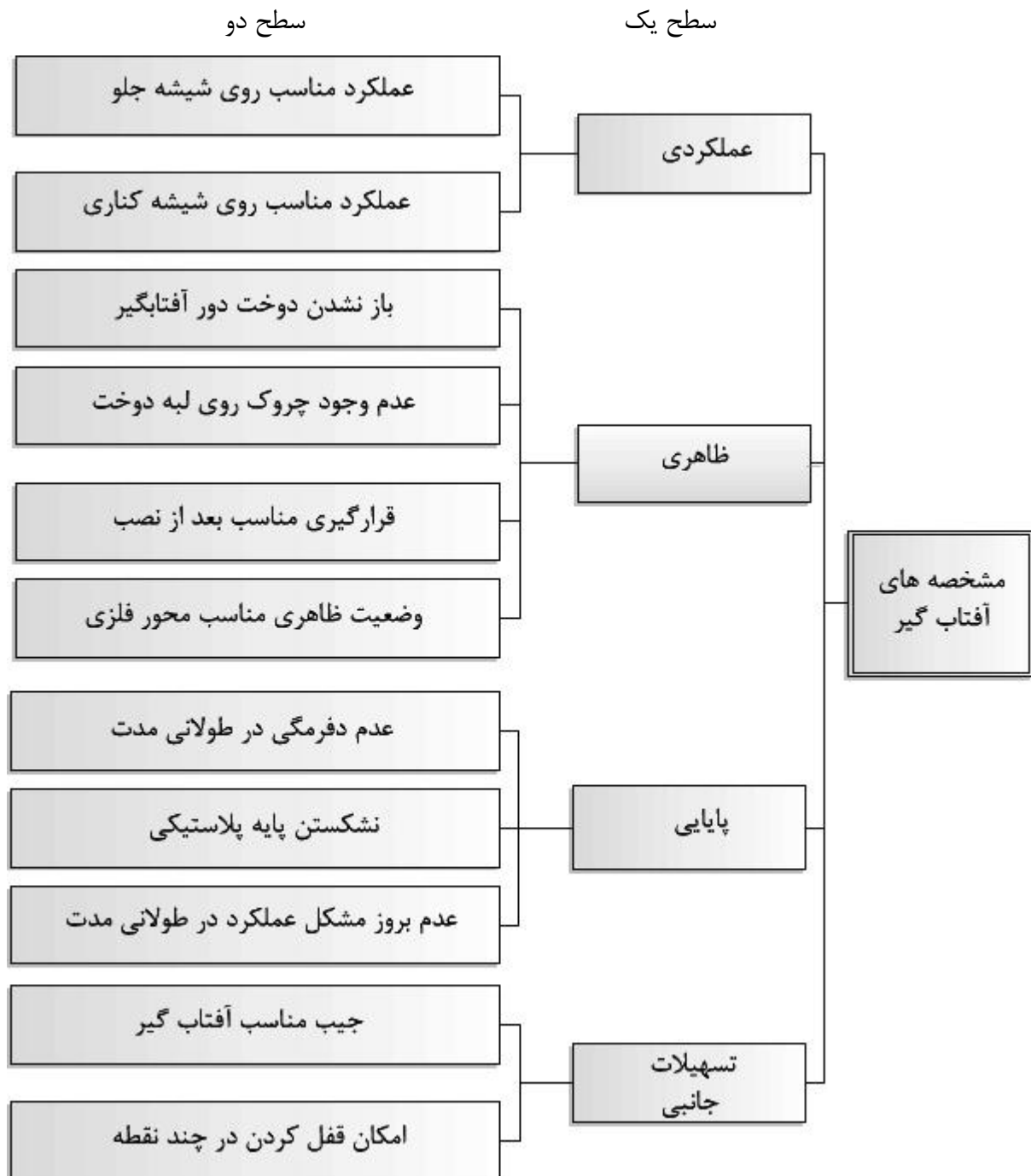
QFD و خانه کیفیت، با مشتری و خواسته های کیفی او از محصول آغاز می شود، بدین منظور با استفاده از روش هایی چون تحقیق و بررسی بازار، مصاحبه، انفرادی، گروه های متمرکز، مشاهده نحوه عملکرد محصول هنگام استفاده، نظرات کارکنان، سوابق فروش محصول، بازبینی سوابق شکایت ها و موارد عدم انطباق صورت گرفته، داده های حاصل از خدمات ارائه شده در دوره گارانتی محصول و سایر روش های تحقیقات بازار، خواسته های کیفی مشتریان از محصول مورد نظر تعیین و تدوین می گردد. نکته قابل توجه این است که مصاحبه انفرادی با مشتریان و سایر روش هایی که به طور مستقیم نظرات، مشتریان را منعکس می نمایند، از اهمیت ویژه ای برخوردار هستند. بر مبنای تحقیق صورت گرفته توسط گریفین و هاووز در سال 1991، روش مصاحبه از روش گروه متمرکز کارا تر بوده و در صورت انجام مصاحبه با ده تا بیست

مشتری ، تقریباً هشتاد درصد خواسته های مشتریان قابل شناسایی است . لازم به ذکر است که در یک پروژه عملی QFD به طور معمول سی تا صد خواسته کیفی مشتری مورد توجه قرار می گیرد . هر چند که توصیه می شود به واسطه کاهش حجم کار تحلیل داده ها ، حداکثر بین بیست تا سی خواسته کیفی مهم را در نظر بگیرید .

نکته قابل توجه و مهم در مورد خواسته های کیفی این است که خواسته ها می توانند علاوه بر الزامات کیفی مشتری نهایی ، شامل مواردی چون مقررات و قوانین مملکتی در مورد محصول (مقررات ایمنی ، بهداشتی و...) خواسته های فروشندگان محصول (سهولت جابجایی ، سرعت فاسد شدن و...) ، خواسته های تعمیر کاران محصول (سهولت مونتاژ ، تعمیر و...) باشند .

اهم مواردی که در دریافت و تحلیل ابتدایی خواسته ها و نیازمندی های کیفی مشتریان باید در نظر گرفته شوند ، عبارتند از:

- شناسایی تمامی گروه های مشتریان محصول
 - جمع آوری داده های دقیق از مشتریان در مورد خواسته ها و نیازهای ایشان از محصول
 - استفاده از روش طوفان ذهنی به منظور شناسایی نیازمندی ها و الزامات تکمیلی
 - استفاده از نمودار وابستگی بین عوامل به منظور تبدیل داده های خام حاصل از مشتریان به اطلاعاتی منطقی و گروه بندی آنها
 - استفاده از نمودار درختی به منظور کسب اطمینان از در نظر گرفتن تمامی خواسته های کیفی .
- (در اغلب موارد یک نمودار درختی از الزامات کیفی ، شامل سه سطح مختلف از مشخصه های محصول می باشد)



خواسته های مشتری و گروه بندی آنها برای آفتاب گیر خودرو

اولویت بندی نیازمندی های کیفی

بدون تردید درجه اهمیت تمامی خواسته های مشتریان با هم یکسان نبوده و از نظر مشتری و تولید کننده ، تعدادی از آنها از اهمیت بیشتری برخوردار هستند. بدین منظور می توان از درجه بندی های متفاوتی مثل "1 تا 5" یا "1 تا 10" استفاده نمود . نکته قابل توجه در این قسمت ، استفاده مناسب از نظرات مشتریان و افراد با تجربه سازمان می باشد . لازم به ذکر است که در برخی از موارد وزن و اهمیت هر یک از الزامات کیفی به صورت " درصد" (نسبی) بیان می شود.

خواسته های مشتری		اهمیت
سطح 1	سطح 2	(وزن)
عملکردی	عملکرد مناسب روی شیشه جلو	5
	عملکرد مناسب روی شیشه کناری	4
ظاهری	باز نشدن دوخت دور آفتابگیر	5
	عدم وجود چروک روی لبه دوخت	3
	قرارگیری مناسب در خودرو بعد از نصب	4
	وضعیت ظاهری مناسب محور فلزی	2
پایایی	عدم دفرمگی در طولانی مدت	5
	عدم بروز مشکل عملکرد در طولانی مدت	4
	نشکستن پایه پلاستیکی	3
تسهیلات جانبی	جیب مناسب آفتاب گیر	3
	قفل کردن مناسب در چند نقطه	2

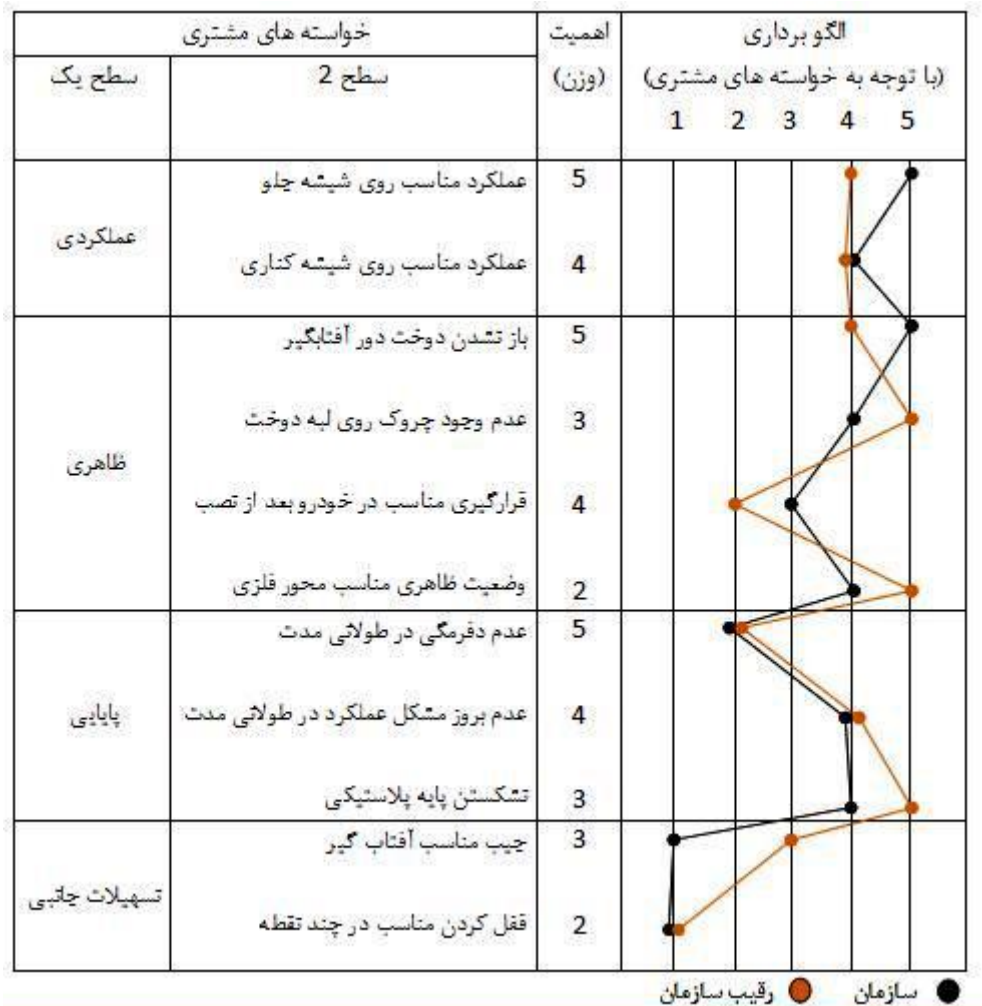
اولویت بندی خواسته های مشتریان

ارزیابی رقبا (با در نظر گرفتن خواسته ها و الزامات کیفی)

سازمان هایی که قصد رقابت و حضور موثر در بازار دارند ، باید بدانند که محصول آنها از دید مشتریان و با توجه به خصوصیات کیفی مورد نظر آنان ، در مقایسه با سایر رقبا در چه جایگاه رتبه ای قرار دارد . برای لحاظ نمودن این امر در خانه کیفیت ، در سمت راست ماتریس، محصول مورد نظر را با محصول مشابه رقبا مورد ارزیابی قرار می گیرد . پر واضح است که نتایج الگو برداری در صورتی که برای گروه های مختلفی از مشتریان انجام شود ، باید به صورت مجزا مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و استفاده گردد.

از جمله فواید انجام فرایند الگو برداری و استفاده از نتایج آن درخانه کیفیت ، تعیین مواردی است که محصول رقبا در وضعیت مناسبی نبوده و در صورت ارایه محصول مشابه و لحاظ نمودن خصوصیت کیفی مورد نظر در آن ، می توان انتظار استقبال گسترده مشتریان را از محصول خود داشت . از خروجی فرایند الگو برداری ، می توان برای تعیین و تدوین برنامه های کوتاه مدت و میان مدت سازمان نیز استفاده نمود ، به این ترتیب که مواردی را که محصول ما در مقایسه با محصول رقبا وضعیت مناسبی ندارد ، بهبود داد و مواردی را که محصول ، خواسته کیفی مشتریان را در سطح بالایی برآورده می کند ، تثبیت نماییم.

برای نمایش خروجی های فرایند الگو برداری اغلب از درجه بندی ۱ (برای بدترین) تا ۵ (برای بهترین) استفاده می گردد. لازم به ذکر است که در برخی از موارد در کنار نمایش عددی از شکل های شماتیک بسیار ساده نیز برای این منظور استفاده می شود.



ارزیابی رقبا براساس خواسته های مشتریان

تبدیل خواسته ها و الزامات کیفی به مشخصه های فنی و مهندسی محصول (Hows)

واحد بازاریابی ضمن شناسایی، بررسی و تدوین الزامات مشتریان، خصوصیات و الزامات "چه بودن" محصول را تعیین نموده، سپس بخش مهندسی، "چگونگی" تولید محصولی با خصوصیات مورد انتظار را مشخص می کند. لذا در قسمت بالای ماتریس، مشخصات فنی و مهندسی از محصول که به نحوی با خواسته های کیفی مشتریان مرتبط می باشد، درج می شود.

لازم است تمامی مشخصات مهندسی محصول به طور واضح و شفاف بیان شده و حداقل با یکی از خواسته های مشتریان ارتباط داشته باشد. تمامی مشخصات فنی و مهندسی محصول باید قابل اندازه گیری بوده و به طور واضح، شفاف و بدون ابهام عنوان شده باشند.

در مقابل و زیر هر یک از مشخصات مهندسی سه علامت \uparrow ، \downarrow ، \bullet درج شده است \uparrow \downarrow به این معنی است که افزایش یا کاهش هرچه بیشتر خصوصیت مورد نظر، هدف طراحان محصول بوده و علامت \bullet نشانه عدم تمایل طراحان محصول به کاهش یا افزایش خصوصیت مورد نظر از مقدار هدف مربوطه می باشد.

به منظور کسب اطمینان از صحت، درستی و کامل بودن مشخصات فنی استخراج شده موارد ذیل توصیه می گردد:

- استفاده از افراد داخل سازمان و تجارب فنی اعضای تیم QFD در مورد محصول، به منظور تهیه و توسعه فهرستی جامع از مشخصات و الزامات فنی
- استفاده از روش طوفان ذهنی به منظور کسب اطمینان از لحاظ نمودن تمامی مشخصات فنی
- استفاده از نمودار وابستگی بین عوامل به منظور سازماندهی و بازنگری داده های خام
- استفاده از نمودار درختی به منظور توسعه و تشریح واضح تر اطلاعات موجود
- تعیین و تبیین تعاریفی مشخص و پذیرفته شده از طرف تمامی اعضای تیم QFD برای ترجمه خواسته های کیفی به مشخصات فنی و مهندسی
- عدم لحاظ نمودن ویژگی های قطعات و زیر مجموعه های محصول (این موارد در مرحله طراحی محصول بررسی می شوند)

الزامات فنی و مهندسی (HOWs)		خواسته‌ها و الزامات کیفی (WHATs)		روند مطلوب تعیین مقادیر هدف		گشاور محور فیزی حول پایه پلاستیکی	گشاور بد حول محور فلزی	زاویه بین محور فلزی و راستای آفتابگیر	انطباق قالب دوخت با فریم اسفنج خورده	استحکام دوخت دور آفتابگیر	تست دوام عملکرد آفتابگیر	تست سالت اسپری محور فلزی	تست دوام عمر آفتابگیر	استحکام پایه پلاستیکی	زاویه بد با سطح پایه در نقاط توقف	گشاور بد حول محور فلزی در نقاط توقف	درجه اهمیت	ارزیابی سازمان	ارزیابی رقیب سازمان
				●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
عملکردی	عملکرد مناسب روی شیشه جلو																۵	۵	۴
	عملکرد مناسب روی شیشه کناری																۴	۴	۴
ظاهری	بازنشدن دوخت دور آفتابگیر																۵	۵	۴
	عدم وجود چروک روی لبه دوخت																۴	۴	۵
	قرارگیری مناسب در خودرو بعد از نصب																۴	۳	۲
	وضعیت ظاهری مناسب محور فلزی																۲	۴	۵
پایایی	عدم دفرمگی در طولانی مدت																۵	۲	۲
	عدم بروز مشکل عملکرد در طولانی مدت																۴	۴	۴
	نشکستن پایه پلاستیکی																۳	۴	۵
سهیلات	جیب مناسب آفتابگیر																۳	۱	۳
	قفل کردن مناسب در چند نقطه																۲	۱	۱

ترجمه و تبدیل نیازمندی های کیفی مشتریان به مشخصات فنی و مهندسی محصول تعیین میزان ارتباط میان خواسته ها و الزامات کیفی مشتریان و مشخصه های فنی در ماتریس ارتباطات

میزان تأثیر هر یک از خصوصیات فنی محصول (Hows) در خواسته ها و الزامات مشتری (Whats) با ماتریس ارتباطات خانه کیفیت ، مشخص و ارایه می گردد. تیم اجرایی QFD ارتباطات مورد نظر را با توجه به نظرات مهندسان و متخصصان با تجربه سازمان ، نظرات مشتریان ، داده های آماری و ... تعیین می کند. در منابع گوناگون ، میزان ارتباط هر یک از نیازمندی ها با خصوصیات فنی با علامت ها و اشکال متنوعی نشان داده می شود در مثال ارایه شده در مورد ماتریس خانه کیفیت نماد های ذیل به منظور تعیین روابط سطرها و ستون های ماتریس استفاده شده اند:

● رابطه قوی (۹)

○ رابطه متوسط (۳)

△ رابطه ضعیف (۱)

عدم وجود ارتباطی معقول بین یک خصوصیت مهندسی با خواسته های کیفی مشتریان بیانگر این واقعیت این است که خصوصیت مهندسی مورد نظر زاید بوده و یا اینکه یک یا چند خواسته کیفی مشتری در نظر گرفته نشده است. عدم وجود ارتباط بین یک خواسته مشتری با خصوصیات و الزامات فنی محصول، حاکی از این است که تعدادی از الزامات فنی و مهندسی لحاظ نشده اند و لذا ستون های ماتریس باید توسعه پیدا کرده و تکمیل شوند.

خواسته ها و الزامات کیفی (WHATs)		الزامات فنی و مهندسی (HOWs)										درجه اهمیت	ارزیابی سازمان	ارزیابی رقیب سازمان	
		گشاور محور فلزی حول پایه پلاستیکی	گشاور بد حول محور فلزی	زاویه بین محور فلزی و راستای آفتابگیر	انطباق قالب دوخت با فریم اسنچ خورده	استحکام دوخت دور آفتابگیر	تست دوام عملکرد آفتابگیر	تست سالت اسپری محور فلزی	تست دوام عمر آفتابگیر	استحکام پایه پلاستیکی	زاویه پد با سطح پایه در نقاط توقف				گشاور بد حول محور فلزی در نقاط توقف
عملکردی	عملکرد مناسب روی شیشه جلو	△	●										5	5	4
	عملکرد مناسب روی شیشه کناری	●	○										4	4	4
ظاهری	بازنشدن دوخت دور آفتابگیر					●							5	5	4
	عدم وجود چروک روی لبه دوخت				●								4	4	5
	قرارگیری مناسب در خودرو بعد از نصب		●								△		4	3	2
	وضعیت ظاهری مناسب محور فلزی						○	●					2	4	5
پایایی	عدم دفرمگی در طولانی مدت								●				5	2	2
	عدم بروز مشکل عملکرد در طولانی مدت						●		△				4	4	4
	نشکستن پایه پلاستیکی									●			3	4	5
حائلی سهیلان	جیب مناسب آفتابگیر					●							3	1	3
	قفل کردن مناسب در چند نقطه										●	●	2	1	1

ماتریس ارتباطات، نشان دهنده میزان ارتباط هریک از مشخصات فنی با الزامات مشتریان

ارزیابی رقبا با در نظر گرفتن الزامات فنی و مهندسی

فرایندی شبیه به آن چه در گام سوم در مورد خواسته ها و الزامات مشتریان انجام شد ، این بار در مورد الزامات فنی و مهندسی محصول صورت می گیرد. در انجام این قسمت از خانه کیفیت توصیه می گردد که از متخصصان داخلی و نیروی انسانی با تجربه سازمان ، به نحو مطلوب و موثری استفاده گردد. لازم به ذکر است که در برخی از موارد ، عملاً امکان ارزیابی و مقایسه شرایط و الزامات فنی محصول خود با محصولات رقبا وجود نداشته و عدم تکمیل این قسمت از خانه کیفیت در مورد برخی از مشخصات فنی ، لطمه چشمگیری به خانه کیفیت وارد نمی آورد.

توسعه و بهبود خواسته ها و الزامات کیفی مشتریان

در این قسمت از تکمیل خانه کیفیت ، پس از تعیین میزان بهبود در هر یک از خواسته های کیفی (Whats) نسبت به وضعیت کنونی ، میزان اهمیت نسبی هر یک از الزامات کیفی به منظور تحلیل و بررسی بیشتر در مراحل بعدی QFD محاسبه می گردد . برای نیل به هدف گام های زیر به ترتیب دنبال می شوند:

میزان بهبود و افزایش هر یک از الزامات کیفی مشتریان (نسبت بهبود) از حاصل تقسیم ستونی با عنوان "برنامه" (P) به ستون وضعیت کنونی (N) تعیین می گردد . لازم به ذکر است مطابق مدل کانو در ارتباط با خصوصیات سه گانه کیفی محصول برنامه ریزی بهبود نحوه و میزان آرایه هر چه بیشتر و بهتر خواسته کیفی مشتریان ، باید در مورد آن دسته از نیازمندی هایی صورت پذیرد، که بهبود آنها موجب ایجاد رضایتمندی بسیار بالایی در مشتریان گردد.(انگیزی)

پس از تعیین مقادیر نسبت بهبود(ستون B) برای هر یک از نیازمندی های کیفی، برای تاکید بیشتر در مورد برخی از خواسته های مشتریان ضرابی با عنوان ضریب تصحیح(ستون C) به آنها تعلق می گیرد.به این ترتیب که برخی از مشخصه ها که از درجه اهمیت بالایی در نزد مشتریان برخوردار بوده و آرایه آنها در سطحی مطلوب موجب ایجاد انگیزه و رضایت بسیار زیادی در آنها می شود ضریب ۱.۵ را گرفته و مواردی که موجبات رضایت مشتریان را باعث می شوند ولی نه به اندازه گروه اول ضریب ۱.۲ به آنها تخصیص می یابد.مواردی که نیاز به تاکید بیشتر بر آنها نیست ضریب ۱ میگیرند.

در قدم دوم از مراحل تکمیل خانه کیفیت هر یک از مشخصه ها و الزامات کیفی محصول (Whats) با توجه به نظرات مشتریان و از دیدگاه ایشان اولویت بندی شده اند . اما آنچه مسلم است اولویت بندی انجام شده از سوی مشتریان بدون توجه به شرایط سازمان(نقاط ضعف و قوت) و شرایط محیطی بازار (فرصتها و تهدیدها) می باشد . بنابراین در این قسمت هر یک از خواسته ها با توجه به شرایط سازمان و از دیدگاه اعضای تیم QFD وزن دهی می شوند . برای این منظور اعداد متناظر با " درجه اهمیت هر خواسته " ، " نسبت بهبود " و " ضریب تصحیح " درهم ضرب شده و حاصل این ضرب ، بیانگر میزان اهمیت و وزن مشخصه کیفی مورد نظر می باشد.

$$A * B * C = \text{ضریب تصحیح} * (\text{نسبت بهبود}) * (\text{درجه اهمیت}) = \text{وزن هر خواسته کیفی}$$

برای مقایسه نسبی نیازمندیهای کیفی مشتریان در آخرین مرحله از قدم هفتم اقدام به محاسبه ضرایب نسبی اهمیت هر یک از مشخصه های کیفی می نماییم . برای این منظور وزن مطلق هر یک از خواسته های کیفی (ستون D) به حاصل جمع ستون D تقسیم می شود و عدد حاصل در 100 ضرب می گردد.

$$E = \frac{\text{وزن مطلق هر خواسته (D)}}{\text{حاصل جمع وزن مطلق خواسته های کیفی}} \times 100$$

اولویت بندی مشخصه های فنی و مهندسی محصول

وزن هر یک از خصوصیات فنی و مهندسی محصول (Hows) با توجه به ارتباط خصوصیت مورد نظر با خواسته های مشتری (Whats) تعیین می گردد . اگر رابطه میان هر یک از خواسته های کیفی (i) با خصوصیات فنی و مهندسی (j) با d_{ij} تعریف گردد و W_i درجه اهمیت هر خواسته کیفی باشد ، وزن مطلق هر یک از مشخصه های فنی و مهندسی (W_j) محصول با توجه به رابطه ذیل حاصل می شود:

$$W_j = \sum_{i=1}^n W_i d_{ij}$$

$i=1, \dots, n$ خواسته های کیفی محصول

$j=1, \dots, m$ مشخصه های فنی محصول

به منظور سهولت مقایسه مشخصه های فنی محصول ، میزان اهمیت (وزن) نسبی هر یک از مشخصه های فنی با استفاده از رابطه زیر بدست می آید:

$$\text{وزن نسبی هر مشخصه فنی و مهندسی} = \frac{\text{وزن مطلق هر مشخصه فنی}}{\text{حاصل جمع وزن مشخصات فنی}} \times 100$$

الزامات فنی و مهندسی (HOWs)		الزامات فنی و مهندسی (HOWs)										خواسته‌ها و الزامات کیفی (WHATs)														
		گشتاور محور فلزی حول پایه پلاستیکی	گشتاور بد حول محور فلزی	زاویه بین محور فلزی و راستای آفتابگیر	انطباق قالب دوخت با فریم سفنج خورده	استحکام دوخت دور آفتابگیر	تست دوام عملکرد آفتابگیر	تست سالت اسپری محور فلزی	تست دوام عمر آفتابگیر	استحکام پایه پلاستیکی	زلزله بد با سطح پایه در نقاط توقف	گشتاور بد حول محور فلزی در نقاط توقف	درجه اهمیت	ارزایی سازمان	ارزایی رقیب سازمان	برنامه سازمان	نسبت بهبود	هزینه تصحیح	وزن مطلق	وزن نسبی (%)						
عملکردی	عملکرد مناسب روی شیشه جلو	Δ	●									5	5	4	5	1	1	5	8/5							
	عملکرد مناسب روی شیشه کناری	●	○									4	4	4	4	1	1	4	6/8							
ظاهری	بازنشدن دوخت دور آفتابگیر					●						5	5	4	5	1	1	5	8/5							
	عدم وجود چروک روی لبه دوخت				●							3	4	5	5	1/2	1	3/7	6/3							
	فرارگیری مناسب در خودرو بعد از نصب			●								4	3	2	4	1/3	1/2	6/2	10/7							
	وضعیت ظاهری مناسب محور فلزی					○	●			Δ		2	4	5	5	1/2	1	2/5	4/3							
پایایی	عدم درمگی در طولانی مدت									●		5	2	2	4	2	1/5	15	2/6							
	عدم بروز مشکل عملکرد در طولانی مدت						●		Δ			4	4	4	4	1	1	4	6/8							
	نشکستن پایه پلاستیکی									●		3	4	5	5	1/2	1	3/7	6/3							
تسهیلان	جیب مناسب آفتابگیر					●						3	1	3	2	2	1/2	7/2	12/3							
	قفل کردن مناسب در چند نقطه									●	●	2	1	1	1	1	1	2	3/4							
جمع کل																			58/22	100						
الگو برداری																										
		وزن	وزن مطلق	41	57	36	27	72	42	22	45	31	18	18	409	وزن نسبی (%)	10	14	8/8	6/6	17	10	5/3	11	7/5	4/5

بررسی رابطه مشخصه های فنی و مهندسی محصول با یکدیگر

در برخی از موارد افزایش یا کاهش یکی از خصوصیات مهندسی تأثیر مستقیمی بر خصوصیات مهندسی دیگر محصول می گذارد. برای لحاظ نمودن چنین همبستگی هایی بین خصوصیات مهندسی محصول، در قسمت سقف خانه کیفیت، چگونگی این همبستگی ها با علامت هایی به شرح زیر مشخص می شود:

⊕ بسیار مثبت

+ مثبت

- منفی

⊖ بسیار منفی

در صورت عدم وجود همبستگی بین خصوصیات مهندسی، سلول مرتبط در سقف خانه کیفیت خالی باقی می ماند. در برخی موارد، دو مشخصه مهندسی محصول و یا خدمت، با یکدیگر ارتباط معکوس (بسیار منفی)

داشته و لحاظ نمودن یکی از آنها در سطحی بالا و مناسب، موجب نادیده گرفتن دیگری می شود (مثل دو خواسته ی سرعت و دقت در فرایند بازرسی) در برخورد با چنین مواردی، ایجاد نوعی تعادل یا مصالحه میان خصوصیات مذکور ساده ترین راه ممکن می باشد. ولی این ساده ترین، در اکثر اوقات بهترین نمی باشد، زیرا در صورت حل مشکل مذکور و ارایه هر دو خصوصیت مهندسی در سطحی بالا، بدون شک محصول مورد نظر موجب ایجاد رضایت مندی بسیار بالایی در مشتری خواهد شد.

یکی از راه کارها برای حل این مشکل استفاده از روش حل خلاقانه مساله می باشد که از جمله مهمترین آنها روشی با عنوان TRIZ می باشد.

تعیین مقادیر هدف برای خصوصیات فنی

از جمله آخرین مراحل تکمیل خانه کیفیت تعیین مقادیر هدف برای هر یک از مشخصه های فنی و مهندسی محصول می باشد که با توجه دقیق به موارد ذیل صورت می پذیرد:

- میزان همبستگی خصوصیات فنی و مهندسی مورد نظر با سایر الزامات فنی محصول و موارد مندرج در سقف ماتریس
- نتایج حاصل از انجام الگوبرداری از محصول رقبا در خصوص مشخصات و الزامات فنی محصول
- استفاده مناسب از ابزارهایی چون طراحی آزمایش ها و روش تاگوچی به منظور تعیین مقدار بهینه هدف

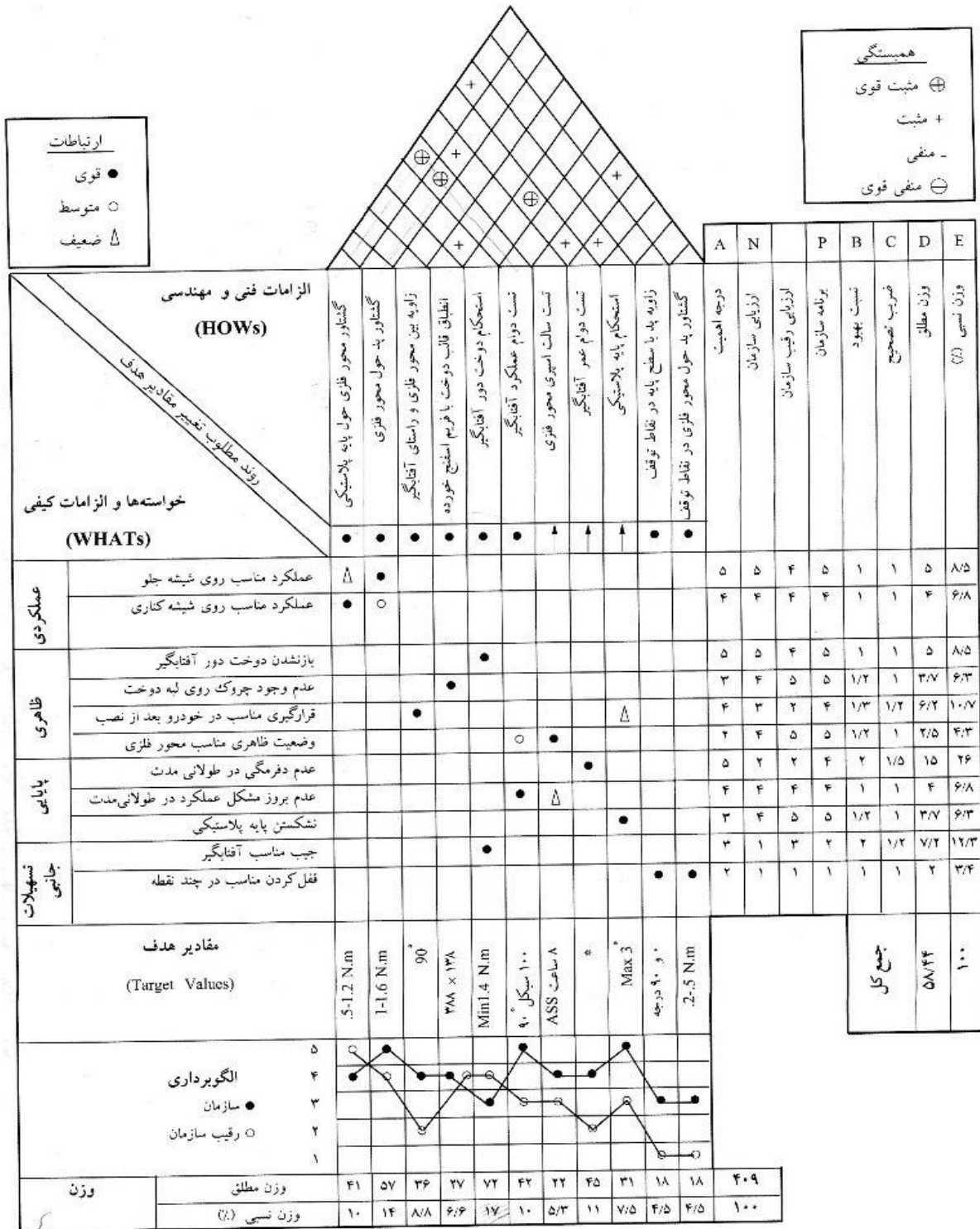
لازم به ذکر است که تعیین مقادیر هدف، در صورت امکان باید در آخرین مرحله خانه کیفیت صورت پذیرد تا بدین ترتیب حداکثر استفاده از داده های موجود در ماتریس خانه کیفیت شده باشد. آن چه در قدم های " ده گانه " فوق به منظور تکمیل خانه کیفیت محصول از نظر گذشت، یکی از عمومی ترین روش های تکمیل خانه کیفیت می باشد که در منابع آموزشی موسسه های TECHNICALCOMP و GOAL/QPC از آن استفاده شده است. توجه به این نکته ضروری است که شیوه یاد شده تنها دیدگاه موجود در این زمینه نیست و این امکان وجود دارد که در منابع و متون مختلف موجود در زمینه QFD ماتریس های متنوعی برای این منظور مشاهده گردد.

در برخی از ماتریس های خانه کیفیت موارد ذیل درج شده و مورد بررسی قرار می گیرند:

- لحاظ نمودن ستونی برای ثبت میزان شکایت های مشتریان در رابطه به هر یک از خواسته های کیفی (Whats)
- لحاظ نمودن سطری در انتهای ماتریس به منظور مقایسه درجه سختی رسیدن به مقادیر هدف و تغییر مقادیر خصوصیات فنی و مهندسی محصول (Hows)
- مقایسه نسبی هزینه دستیابی به اهداف تیم طراحی در مورد هر یک از خصوصیات فنی و مهندسی محصول

Quality Function Deployment

- اضافه کردن سطرهایی به انتهای ماتریس برای لحاظ نمودن خواسته ها و نیازمندی های ویژه مانند استانداردهای محصول و قوانین و مقررات دولتی در مورد هر یک از خصوصیات فنی و مهندسی محصول



لحاظ نمودن میزان همبستگی مشخصه های فنی و مهندسی با یکدیگر و درج مقادیر هدف مفاهیم قابل استخراج از خانه کیفیت

مهمترین سوالی که با تکمیل خانه کیفیت پیش روی اکثر کارشناسان و اعضای تیم اجرایی QFD می باشد این است که " مفاهیم قابل استخراج و استفاده از خانه کیفیت چه مواردی هستند ؟ " پیش از پاسخ به سوال فوق متذکر می شویم که در بسیاری از پروژه های QFD مشاهده می شود که با تکمیل خانه کیفیت ، حجم اطلاعات مفید به دست آمده به قدری است که تیم اجرایی QFD با استفاده از آنها، تمامی اطلاعات مورد نیاز خود را به دست می آورد.

حقیقت این است که در مورد استفاده از داده های موجود در خانه کیفیت ، رویه و روشی خاص و از پیش آماده شده ای وجود ندارد و افراد مختلف سازمان ، بنا به نوع نیازشان ، استفاده های متنوعی از آن می نمایند. به عنوان مثال ، مدیران بازاریابی خواسته ها و الزامات کیفی مشتریان و میزان اهمیت آنها برایشان اهمیت دارد و مهندسان طراح چگونگی تغییر مشخصات فنی محصول با توجه به مقادیر هدف تعیین شده در خانه کیفیت ، مورد نظرشان می باشد.

موارد عمومی که معمولاً از خانه کیفیت برداشت می شود عبارت است از:

- تعیین مهمترین مشخصه فنی محصول (بر اساس وزن مطلق)
- تعیین نقاط قوت نیازمندی های کیفی در مقایسه با محصول سایر رقبا(تحلیل نتایج ارزیابی رقبا در سمت راست ماتریس)
- تعیین نقاط قوت مشخصه های فنی محصول در مقایسه با محصول سایر رقبا(تحلیل نتایج ارزیابی رقبا در پایین ماتریس)
- تعیین میزان همبستگی میان مشخصه های فنی محصول
- شناسایی و بررسی فرصت های بهبود(نتایج الگو برداری در سمت راست ماتریس)

مثال در کتاب

بازبینی خانه کیفیت

بدون شک لازمه کسب نتایج صحیح و مناسب از خانه کیفیت ، صحت و اعتبار داده های موجود در آن می باشد. از طرف دیگر در اکثر پروژه های عملی QFD ، به واسطه تعداد زیاد سطرهای (خواسته مشتریان) و ستون های(مشخصات فنی) ماتریس ، انجام یک بازبینی جامع از نحوه تکمیل خانه کیفیت ، امری غیر قابل اجتناب به نظر می رسد . در ادامه عمده ترین مشکلاتی را که ممکن است در یک خانه کیفیت به وجود آیند و علت بروز آنها و اقدام اصلاحی مورد نیاز به منظور رفع اشکال پیش آمده را مورد بررسی قرار می دهیم:

۱-وجود سطر خالی (بدون ارتباط با ستون های ماتریس)

عدم وجود ارتباط بین یک یا چند مورد از خواسته ها و الزامات کیفی مشتریان (Whats) محصول ، از جمله معمول ترین مشکلات خانه کیفیت به شمار آمده و این مفهوم را در پی دارد که نیازمندی مورد نظر

از طرف هیچ یک از مشخصات فنی پوشش داده نمی شود . توسعه مشخصات فنی جدید (ستون های ماتریس) تنها راه اصلاح مشکل مورد نظر می باشد.

۲- وجود ستون خالی (بدون ارتباط با سطرهای ماتریس

بدون شک لحاظ نمودن مشخصات فنی بی مورد در ماتریس خانه کیفیت جز دردسر چیزی به همراه ندارد لذا در این گونه موارد باید با یک بررسی دقیق اطمینان حاصل نمود که مشخصه فنی مورد نظر در ارتباط با محصول مورد بررسی بوده و در ارتباط با محیط استفاده و یا مصرف کننده آن نمی باشد . در این گونه موارد ، حذف ستون مورد نظر برای اصلاح خانه کیفیت توصیه می گردد.




		●	○			△		●
			△	●		●		○
		○					●	
				△		●		
			●			△		○ ●

۳- وجود سطری بدور

هر یک از خواسته ها یا الزامات مشتریان ، باید حداقل با یکی از مشخصات فنی محصول ارتباطی قوی داشته باشند . در صورت عدم وجود چنین ارتباطی ، توسعه مشخصات فنی محصول به منظور پوشش مناسب نیازمندی کیفی (سطر) مورد نظر ، پیشنهاد می گردد.

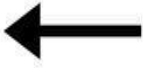

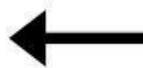
		●			△		●	
		○		○		△		
		△	●		●			○
		○				●		
			△		●			
		●		△			○	●



۴-وجود سطرهای مشابه

تکرار نوعی ارتباط خاص در چند سطر ماتریس ، ناشی از عدم طبقه بندی مناسب نیازمندی های کیفی محصول (Whats) می باشد . در این گونه موارد ، سلسله مراتب سطرهای ماتریس باید مورد بازنگری قرار گیرد . به منظور رفع مشکل مورد نظر ، طبقه بندی مجدد الزامات کیفی محصول با استفاده از نمودار درختی پیشنهاد می گردد . لازم به ذکر است در صورت عدم رفع این شکل ممکن است برخی از مشخصه های فنی محصول ، بدون هیچ دلیل منطقی و صحیحی وزن بالایی را به خود اختصاص دهند.

		●		○	△		●	
		●		○	△		●	
			△	●		●		○
		○				●		
		●		○	△		●	
			●	△			○	●

۵-وجود ب

علت اصلی بروز این اشکال ، طبقه بندی نامناسب سطرها و ستون های ماتریس می باشد. در این گونه موارد باید سلسله مراتب نیازمندی های کیفی در (سطرها) و مشخصات فنی (ستون ها) بازنگری و اصلاح شود.

		●	●	○	○	△		●	
		●	●	○	○	△		●	
			△	●		●		○	
		○					●		
		●			○	△		●	
			●		△			○	●

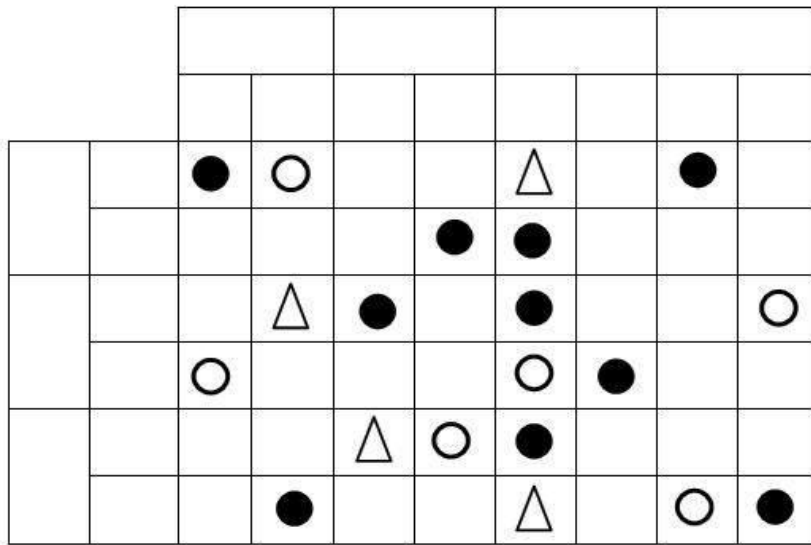
۶-وجود سطری با ارتباطات زیاد با ستون های ماتریس

در این گونه موارد سطر(مشخصه کیفی) مورد نظر در ارتباط با مفاهیمی چون "هزینه" ، "پایایی" و یا "ایمنی" محصول می باشد . لذا نیازمندی مورد نظر باید از ماتریس خانه کیفیت حذف و در ماتریس های مربوط به خود بررسی شود. علت دیگر بروز این اشکال طبقه بندی نامناسب سطرهای ماتریس می باشد. به این ترتیب که نیازمندی های مورد نظر احتمالاً مربوط به سطح اول و یا دوم بوده (در سطح بندی اولیه شده در نمودار درختی)ولی در سطح آخر آورده شده است.

		●			△		●		
		●	○	△	○	●	△	●	
			△	●		●		○	
		○				●			
				△		●			
			●		△			○	●

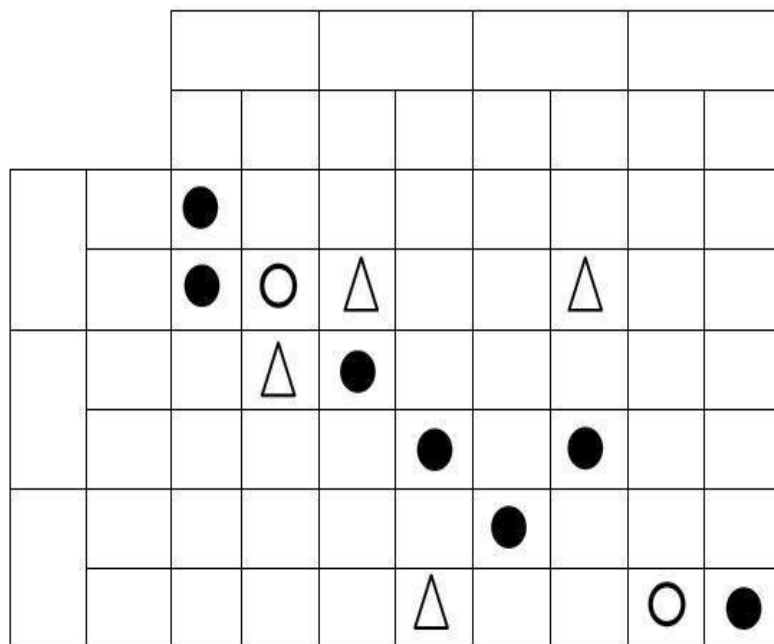
۷-وجود د

علل بروز و نحوه رسیدگی به این اشکال شبیه مورد ششم می باشد.



۸-تشکیل یک خط مورب (در قطر ماتریس ارتباطات)

این اشکال زمانی بروز پیدا می کند که مشخصه های فنی محصول (How's) به اشتباه و با مفهوم و زبان دیگری ، در سطرهای ماتریس قرار گرفته باشند . توجه به این نکته ضروری است که سطرهای ماتریس بیانگر ندای مشتریان می باشند نه ندای مهندسان طراح محصول.



۹-وجود تعداد زیادی ارتباط ضعیف (در ماتریس ارتباطات)

در یک خانه کیفیت ، هر یک از مشخصه های فنی و مهندسی (Hows) باید حداقل با یکی از خواسته ها و الزامات کیفی مشتریان ارتباط قوی داشته باشد . در غیر این صورت بیان واضح تر و شفاف تر مشخصه های فنی محصول (ستون های ماتریس) و توسعه و بسط آنها (در صورت نیاز) ضروری می باشد.

		●	○		△		△		△
			△		△			△	
						●	△		○
		△		○	△	△		△	
			△	△	○			△	△
			△			△	△	○	●

فصل چهارم: تشریح دیدگاه چهار مرحله ای QFD

مقدمه

مطابق آن چه که در فصل نخست از نظرتان گذشت فلسفه استفاده از روش QFD چیزی جز ایجاد و برقراری ارتباطی روشن و شفاف بین خواسته ها و انتظارات مشتریان از محصول و فرایندها و فعالیت های تولیدی (یا خدماتی) نیست. به عبارت دیگر رسالت تمامی دیدگاه های مختلف QFD، لحاظ نمودن خواسته های مشتریان در محصول، از طریق گسترش آنها در فرایند و عملیاتی که فن آوری محصول را به عهده دارند، می باشد.

در ادامه مطالب عنوان شده در فصل های قبل، در این فصل مدل چهار ماتریسی QFD که یکی از ساده ترین و پرکاربردترین دیدگاه های موجود می باشد، به صورت مشروح از نظرتان خواهد گذشت. قبل از ارائه مباحث و مفاهیم مربوط به مدل چهار ماتریسی QFD توجه به این نکته ضروری است که در بسیاری از موارد - و بنا به تشخیص مشاور، مدیر و یا اعضای تیم اجرایی - پروژه QFD در پایان مرحله اول (تکمیل خانه کیفیت) تمام شده تلقی می گردد. در این ارتباط بد نیست بدانید بسیاری از سازمان های امریکایی در پروژه ها و بررسی های خود به تکمیل مرحله اول QFD اکتفا می کنند. انجام پروژه QFD تا انتهای مرحله اول، حداقل مزایا و فواید زیر را به دنبال خواهد داشت:

- دستیابی به اطلاعاتی با ارزش درباره مشتریان و محصولات و خدمات توسط تیم های اجرایی QFD
 - شناسایی و حل مشکلات و مسایل بالقوه از طریق مشارکت متخصصان از قسمت های مختلف سازمان در قالب یک تیم اجرایی و انجام کار کارشناسی بر روی فرایند طراحی محصول
 - تعیین اقدامات مورد نیاز برای بهبود فرایندهای تولیدی از جمله موارد ذیل:
 - تشکیل یک تیم چند وظیفه ای توسعه با دامنه کاری گسترده به منظور کسب اطمینان از بهبود مستمر فرایندها
 - طراحی و اجرای برنامه هایی به منظور کمک به مشتریان در مورد نحوه استفاده صحیح از محصول / خدمت مورد بررسی
 - انجام تغییرات اساسی در مشخصات طراحی محصول برای تأمین نیازهای کیفی مشتریان
 - انجام تغییرات در سیستم های مستند سازی طراحی یا مهندسی محصول
 - اقدام به استفاده و اجرای QFD برای سایر پروژه مرتبط در سطح سازمان
- در کنار مزایای عنوان شده فوق، در صورت اکتفا نمودن به تکمیل خانه کیفیت به عنوان نقطه پایان پروژه QFD معایب زیر غیر قابل اجتناب خواهند بود:
- فقدان یک روش موثر برای ترجمه خواسته های مشتریان در سراسر فرایندهای شکل دهی و تکوین محصول

- کاهش اثر بخشی نتایج حاصل از تکمیل خانه کیفیت به دلیل عدم استفاده از ماتریس های بعدی
- کاهش امکان بررسی و پاسخ گویی مناسب به ندای مشتری و در نتیجه عدم تبدیل آن به مشخصه های تفصیلی و شفاف.

به هر صورت تجربه نشان داده است که در صورت بروز هر یک از حالت های زیر ، ادامه فرایند QFD و بسنده نکردن به نتایج حاصل از خانه کیفیت به صلاح سازمان می باشند:

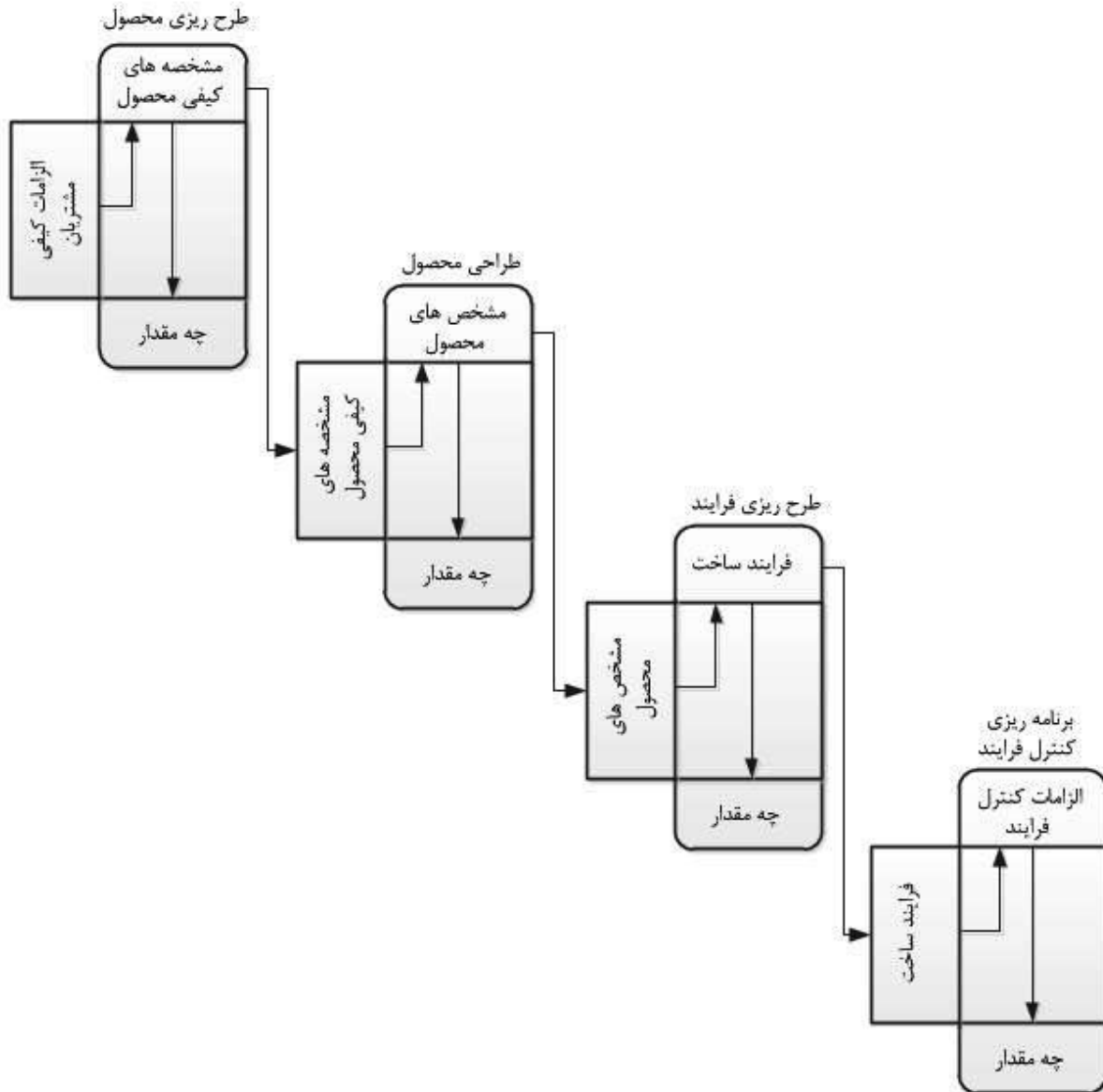
- احتیاج به تعریف دقیق تر و شفاف تر از محصول / خدمت مورد بررسی
- نیاز به تشریح بیشتر جزئیات برای دستیابی به بهبودهای چشمگیر در مشخصه های کیفی
- عدم امکان تامین پیوسته و مستمر نیازمندی های فنی موجود در خانه کیفیت

رویکرد چهار مرحله ای QFD

همان گونه که پیش تر عنوان شد اولین گام در دیدگاه های مختلف موجود در مورد QFD با تهیه و تکمیل خانه کیفیت (طرح ریزی محصول) همراه است . اما ، آیا به راستی خانه کیفیت به تنهایی قادر به پاسخ گویی به تمامی سوالات طراحی و ساخت یک محصول می باشد ؟ آیا مشخصه ها و ویژگی های " مواد و قطعات مورد نیاز " و " فرایندهای ساخت و تولید " محصول به صورت جامع در ماتریس خانه کیفیت بررسی و تحلیل شده اند ؟ آیا حداقل الزامات مرتبط با " برنامه ریزی و کنترل فرایندهای تولیدی " مشخص می باشند ؟

پاسخ سوال های فوق - به خصوص در مورد پروژه هایی با محصولات و خدمات پیچیده - بدون شک منفی می باشد و در این بین دیدگاه ها و روش های مختلف انجام QFD، راهکارهای مناسبی را برای حل مشکلات بالا ارایه می نمایند . مدل چهار ماتریس QFD - که بدون تردید رشد و تکوین آن مدیون تلاش های آقایان ماکابه و کلازینگ در شرکت فورد آمریکا می باشد - به عنوان ساده ترین روش QFD در قالب چهار ماتریس منطقی پاسخ مناسبی برای سوال های فوق می باشد. مطابق شکل روش کار این دیدگاه به صورت بسیار اجمالی و خلاصه به این ترتیب می باشد که:

در مرحله دوم مشخصه های کیفی (فنی و مهندسی) محصول - ستون های ماتریس اول - به سطرهای ماتریس دوم منتقل شده و با مشخصه های قطعات و مواد اولیه مورد بررسی قرار می گیرند ، در مرحله سوم ، مشخصات قطعات - ستون های ماتریس دوم - به سطرهای این ماتریس منتقل شده و با فرایندها و عملیات کلیدی ساخت و فرآوری محصول - مندرج در ستون های مرحله سوم - بررسی و تحلیل می شوند و در مرحله چهارم - برنامه ریزی کنترل فرایند - فرایند و عملیات های حیاتی منتقل شده از مرحله سوم در سطرهای این مرحله درج شده و نیازمندی های تولیدی آنها از جمله الزامات نگهداری و تعمیرات ، نمودارهای کنترلی ، دستور العمل های کاری و ... مشخص می شوند.



تشریح روش چهار مرحله ای

مرحله یک: طرح ریزی محصول (خانه کیفیت)

مرحله دو: طراحی محصول

مشخصه های کیفی HOW-ها ، خصوصیات فنی و مهندسی - از ستون های ماتریس طرح ریزی محصول (مرحله یک) به عنوان سطرهای ماتریس طراحی محصول (مرحله دو) در نظر گرفته می شوند. در این مرحله مشخصه هایی از اجزا و قطعات تشکیل دهنده محصول که ما را در دستیابی به انتظارات مشتریان کمک خواهند کرد ، مورد بررسی و تحلیل قرار می گیرند.

هدف اصلی این مرحله ترجمه مشخصه های کیفی محصول از خانه کیفیت به مشخصه ها و ویژگی هایی است که اجزا و قطعات محصول باید داشته باشند. منظور از اجزا در این مرحله ، اقسام محسوسی هستند که از ترکیب آنها محصول نهایی حاصل می شود (مانند مواد خام ، عناصر و یا زیر سیستم های محصول اصلی).

ورودی هایی که در این مرحله مورد بررسی قرار می گیرند عبارتند از:

- مشخصه های کیفی- ویژگی های فنی و مهندسی- که در مرحله یک، از اولویت بالایی برخوردار بوده اند.
- وزن و مقادیر هدف هر یک از مشخصه های کیفی
- خواسته های عملکردی محصول
- اجزا و زیر سیستم های محصول اصلی

خروجی های حاصل از این مرحله نیز به شرح زیر می باشند:

- شناسایی و تعیین مشخصه های کلیدی اجزا و قطعات
- انتخاب بهترین طرح ممکن برای رسیدن به خواسته های مشتری

نکته بسیار مهمی که باید تمامی تیم های طراحی در نظر داشته باشند ، احتیاط بسیار زیاد در اضافه کردن مشخصه های کیفی فنی و مهندسی است که از طرف مشتری عنوان نشده است . پیچیده ساختن محصول با حجم بسیار زیادی از مشخصه های مهندسی -در ستونهای ماتریس اول و سطرهای ماتریس دوم - اغلب اوقات نتیجه معکوس می دهد و این کار موجب پیچیدگی بیش از حد ماتریس ها می شود . برای رسیدن به هدف اصلی (تولید و ارائه محصولی منطبق با خواسته های مشتری) باید مواظب بود محصول تولید شده به جای جلب رضایت مشتری ، موجب ترس و وحشت او نشود.

در حالی که اعضای تیم مشغول انتخاب طراحی مناسب بر ای پاسخگویی جامع به خواسته های مشتریان هستند ، الزامات طراحی به طور پیوسته در حال مطالعه و بررسی می باشند . برای ایجاد طرح های بالقوه مختلف ، در این مرحله تحلیل بسیار دقیق و جزئی بر روی محصولات تولید شده توسط رقبا انجام می شود.

بدون شک در صورتی که هدف از اجرای QFD ایجاد یک بهبود چشمگیر و خیره کننده در محصول باشد ، نیاز به اعمال تغییر و بازنگری اساسی در طرح موجود خواهیم داشت . بدین منظور روشی که توسط آقای دکتر استوارت پاگ از اسکاتلند ارائه شده است ، تا اندازه قابل توجهی ما را در انتخاب طرح های مفهومی جدید کمک خواهد کرد . سیستم ارائه شده توسط دکتر پاگ به طور خلاصه گام های زیر را شامل می شود:

- تا آنجا که می توانید طرح های مختلفی را به عنوان طرح های بالقوه انتخاب نمایید . این طرح ها باید شامل بهترین طرح های رقابتی نیز باشد.
- برای قضاوت بین طرح های مختلف معیار ها و شاخص های مناسبی را تعیین کنید.
- یکی از طرح ها را به عنوان طرح مرجع در نظر بگیرید ؛ در بیشتر اوقات طرح مرجع ، بهترین طرح رقابتی موجود در بازار می باشد.
- با توجه به معیارها و شاخص های تعیین شده در قدم دوم هر یک از طرح های موجود را نسبت به طرح مرجع ، امتیاز دهی کنید.
- طرحی که بیشترین امتیاز را در ارزیابی به خود اختصاص می دهد ،انتخاب نمایید.

بنابراین تا این مرحله بهترین طرح از بین طرح های موجود (طرح های مورد استفاده توسط رقبا یا طراحی که توسط بخش تحقیق و توسعه سازمان ایجاد شده) انتخاب شده است . به محض انتخاب طرح جدید ، فهرست قطعات محصول ارایه می شود.

اکنون برای تعیین ستون های ماتریس دوم ، ویژگیهایی از قطعات و اجزا ، که در تأمین اهداف تعیین شده برای مشخصه های کیفی لازم و ضروری هستند ، شناسایی و تعیین می شوند.

حال نسبت به تعیین ارتباط بین هر WHAT با هر یک از HOW ها اقدام می کنیم. مطابق آن چه در ماتریس طرح ریزی محصول معین گردید ، وزن هر یک از ویژگی های اجزا و قطعات - ستونهای ماتریس طراحی محصول - محاسبه و تعیین می شود و در ادامه ویژگیهای کلیدی اجزا و قطعات که از اولویت بالاتری برخوردار گشته اند و یا بنا به تشخیص اعضای تیم QFD در طی فرایند ساخت محصول از اهمیت ویژه ای برخوردار هستند ، انتخاب شده و به عنوان سطرهای ماتریس مرحله بعدی - طرح ریزی فرایند - مورد استفاده قرار می گیرند .

مستخصه های فنی محصول	مقدار هدف	درجه اهمیت	مقادیر هدف
گشتاور مورد نیاز جهت حرکت محورها فلزی پایه پلاستیکی	0.5-1.2 N.m	۱۰	
گشتاور مورد نیاز جهت حرکت آلتاگر محورها فلزی	1-1.6 N.m	۱۴	
زاویه بین محورها فلزی و رسانای آلتاگر	90 درجه	۸/۸	
استحکام درخت	Min 1.4 N.m	۱۷	
تست دوام صلبگر آلتاگر	100 سیکل ۹۰ درجه	۱۰	
تست دوام عمر آلتاگر	۳ روز ۲۴ ساعت ۱۰۰ درجه	۱۱	
استحکام پایه پلاستیکی	Max 3 درجه	۷/۵	
			ضخامت روکش P.V.C
			دانشیه اسفنج PU
			یکسان بودن قطر لول و محور فلزی
			میزان سختی فنر کلیس
			یکسان بودن شیب کونیک با پایه
			قطر مفتول فنر لول
			میزان سختی مفتول فنر لول
			زاویه میله در طرفین نقطه خم
			فاصله لول فریم از لبه بالایی اسفنج
			وزن واحد سطح روکش P.V.C
			ضخامت نیکل کروم
			مقاومت حرارتی روکش P.V.C
			...

مرحله سه: طرح ریزی فرایند

مشخصه های قطعات - ستون های HOW ها - از ماتریس طراحی محصول (مرحله دو) به عنوان سطرهای ماتریس طرح ریزی فرایند (مرحله سه) در نظر گرفته می شوند. در طی این مرحله مشخصه های قطعات به پارامترهای کلیدی فرایند ترجمه می شوند. هدف مرحله سوم ایجاد اطمینان از برقراری فرایندی است که قطعات و اجزای محصولات تولیدی به مقادیر هدفی که از پیش برای آنها تعیین شده است، دست می یابند.

ورودی های این مرحله عبارتند از:

- مشخصه هایی از قطعات محصول که در مرحله طراحی محصول اولویت بالایی داشته اند
- مقادیر هدف و وزن هر یک از این مشخصه ها
- قابلیت فرایندهایی که در ستون های این مرحله قرار می گیرند.
- خطاهای بالقوه شناسایی شده در فرایند

خروجی های حاصل از این مرحله نیز به شرح زیر می باشند:

- شناسایی و تعیین مشخصه های کلیدی فرایند که باید کاملاً تحت کنترل باشند
- مقادیر هدف برای هر یک از این مشخصه ها

در وهله اول ، باید فرایندی که پاسخگوی نیازهای طرح شده است ، انتخاب شود. اگر در طی بررسی و امکان سنجی که صورت می گیرد ، ضرورت انتخاب یک فرایند یا تکنولوژی جدید احساس شود ، باید راه حل های مختلف با دقت بررسی شود و در نهایت یک فرایند به عنوان راه حل بهینه انتخاب شود . در ادامه نمودار جریان فرایند را به نحوی که عناوین زیر را پوشش دهد ، تهیه نمایید.

- تجهیزات مورد نیاز
- جریان مواد
- جاهایی که مواد اضافی به فرایند وارد می شوند
- چه کسانی و در چه مراحل در فرایند تولید مشارکت دارند.

ارتباطات نشان داده شده در نمودار جریان اصلی ، درامر شناسایی پارامترهای کلیدی فرایند کمک شایانی به متخصصان می نماید. در این مرحله نیز استفاده هایی از تکنیک هایی مانند درخت خطای فرایند (Process Fault Tree) تجزیه و تحلیل امکان بروز خطا و اثرات آن در فرایند (PFMEA) ، روش های تاگوچی، شما را در شناسایی و تعیین پارامترهای فرایند و همچنین در نظر گرفتن مقادیر هدف برای آنها بسیار کمک می کند.

همان طور که پیش تر عنوان شد ، سطرهای ماتریس طرح ریزی فرایند با انتقال مشخصه های کلیدی قطعات و اجزا ، مقادیر هدف و وزن آنها از ماتریس طراحی محصول کامل می شود. نمودار جریان اصلی و پارامترهای کلیدی فرایند، ستون های ماتریس طرح ریزی فرایند را تشکیل می دهند . حال در این مرحله ارتباط بین کنترل هر یک از پارامترهای کلیدی فرایند و مشخصه های کلیدی قطعات و اجزا در سلول های ماتریس نمایش داده می شود . همانند ماتریس های قبلی - ماتریس طرح ریزی محصول و طراحی محصول -

وزن هر یک از پارامترهای کلیدی محاسبه می گردد و در نهایت با توجه به اطلاعات درج شده در ماتریس ، مقداری به عنوان هدف برای هر یک از ستون ها تعیین می گردد . توجه داشته باشید که گاهی اوقات مقدار هدف می تواند یک روش اجرایی یا دستورالعملی خاص باشد. برای تعیین مقادیر هدف برای پارامترهایی که از اهمیت کمتری برخوردار هستند می توانید به دانسته ها و تجربیات قبلی اعضای تیم اکتفا نمایید ، اما توصیه می شود برای پارامترهایی که از اهمیت بیشتری برخوردار هستند از روش طراحی آزمایش ها (DOE) برای تعیین مقادیرهدف استفاده نمایید .

همان طور که به طور خلاصه عنوان شد ، به هنگام انجام مرحله سه و تکمیل ماتریس طرح ریزی فرایند ، اجرای روش تجزیه و تحلیل امکان بروز خطا و اثرات آن (FMEA) توصیه می گردد . با انجام (FMEA) نه تنها تأثیرات بالقوه خطاهای فرایند بر فرایند شناسایی می گردد ، بلکه با شناسایی دقیق تر مشخصه های کلیدی فریاند ، ابزار مناسبی برای کنترل آنها پیش بینی می شود.

نکته قابل توجه دیگر ، لزوم تکمیل یا عدم تکمیل ماتریس طرح ریزی فرایند است. دلایل مختلفی وجود دارد که موجب تقویت عدم تکمیل ماتریس می شود که از آن جمله می توان به موارد زیر اشاره نمود:

- هنگامی که تنوع قطعات و اجزای کلیدی شناسایی شده در مرحله دوم زیاد باشد.
 - هنگامی که فرایند تحت بررسی بسیار ساده بوده و به خوبی توسط افراد درگیر درک شده است . در این حالت ، باید مشخصه های مهم به همراه مقادیر هدف آنها ، از قبل مشخص و روشن باشند.
- همچنین حالت هایی وجود دارد که تکمیل ماتریس طرح ریزی فرایند در آنها پیشنهاد می شود ، از آن جمله می توان به موارد زیر اشاره نمود:
- هنگامی که فرایند بسیار پیچیده است و هنوز توسط افراد درگیر کاملاً درک نشده است.

مشخصه‌های اجزاء و قطعات		مقدار هدف	درجه اهمیت	بازرسی و کنترل قطعات ورودی	کنترل فرایند
P.V.C	ضخامت روکش	.38+.05, .38 - .025 mm	۱۲/۷		
PU	دانسیتة اسفنج	26-30 kg/m ³	۷/۷	●	کنترل مقاومت حرارتی روکش P.V.C
	یکسان بودن قطر لول و محور ظری	7 mm	۱۲		کنترل سختی فتر کلیس
	میزان سختی فتر کلیس	68-70 H.R.A	۱۲	●	کنترل دانسیته اسفنج
	یکسان بودن شیب کونیک با پایه	0.6 درجه	۹/۹		...
	زاویه میله در طرفین نقطه خم	90±1 درجه	۹/۱	●	لول کردن تسمه فریم
	فاصله لول فریم از لبه بالای اسفنج	6 mm	۹/۱		خم کاری میله
	ضخامت نیکل کروم	7 میکرون	۷/۹		سری تراشی میله مسوار ۷
P.V.C	مقاومت حرارتی روکش	3% و 5% Max طول و عرض	۷/۷	●	چسباندن فریم روی اسفنج
	...				آبکاری میله
					...
	مقادیر هدف				
	وزن مطلق			۱۱۲/۳	
	وزن نسبی			۹/۱	
		.38+.05, .38-.025 mm		۶۹/۳	
		درجهت طولی و عرضی حداکثر ۵		۵/۵	
		68-70 H.R.A		۱۰۸	
		26-30kg/m ³		۶۹/۳	
		...			
		حداکثر عدم انطباق دو لبه ورق		۱۰۸	
		اختلاف راستای دو سر کونیک		۵۴/۹	
		زاویه ۰/۶ درجه‌ای تیغچه فرم		۹۲/۱	
		رعایت زمان ۲۰ دقیقه‌ای جهت خشک شدن		۵۴/۹	
		ولتاژ، آمپر و درجه وان ۵۰۰، ۸۰ و ۴۵		۹۲/۱	
		...			

طرح ریزی فرایند

مرحله چهار : برنامه ریزی کنترل فرایند

تعدادی از عملیات ساخت محصول - How ها ، ستون ها - از ماتریس طرح ریزی فرایند - مرحله سه - به عنوان سطرهای ماتریس برنامه ریزی کنترل فرایند- مرحله چهار - در نظر گرفته می شوند . در این مرحله

چهار معیار ارزیابی به قرار ذیل برای هر یک از سطرهای ماتریس برنا مه ریزی کنترل فرایند با وزن های 1(غیر بحرانی)، 2 (بحرانی) ، 3 (بسیار بحرانی) تعیین می شود:

سختی کنترل

تواتر مشکلات

وخامت مشکلات بالقوه

توانایی تشخیص مشکلات

با ضرب وزن های چهار عامل فوق ، معیار " ارزیابی عملیات " -عددی بین 1 و 81- برای هر یک از سطرهای ماتریس محاسبه می شود . واضح است که هر چه معیار ارزیابی عملیات عدد بزرگتری باشد ، فرایند مورد نظر بحرانی تر تشخیص داده می شود و باید کنترل هر چه بیشتر آن مورد توجه قرار گیرد.

هدف کلی این مرحله تعیین نحوه و چگونگی ثابت نگهداشتن مشخصه های کلیدی فرایند است. هدف این نیست که کدام یک از مشخصه های فرایند باید کنترل شوند ، بلکه تأکید بیشتر بر روی میزان کنترل مورد نیاز است ، به همین دلیل عناوینی که از ماتریس مرحله سه به ماتریس مرحله چهار فرستاده می شود نسبت به آن چه در مرحله های قبلی دیده شد ، به مراتب بیشتر است.

پس از تعیین فرایندها و عملیات های بحرانی در سطرهای ماتریس ، الزامات مربوط به کنترل آنها به منظور پیشگیری از بروز خطا و شکست در آنها ، در ستون های ماتریس برنامه ریزی کنترل فرایند تعیین می شوند. پاره ای از این الزامات عبارتند از:

- تدوین دستورالعمل های نگهدارنده و تعمیرات
- طراحی و استفاده از وسایل اندازه گیری جدید
- استفاده از روش های اجتناب از خطا
- تدوین و اعمال اقدامات لازم برای پیشگیری از شکست
- تجزیه و تحلیل کار / فرایند
- تدوین دستورالعمل های کاری
- ارائه آموزش های مورد نیاز به کارگران
- ارتقای کیفی ابزار و تجهیزات
- آموزش تأمین کنندگان
- تجزیه و تحلیل سیستم اندازه گیری (MSA)

- تهیه نمودارهای کنترلی مورد نیاز

ورودی های این مرحله عبارتند از:

- مقادیر مشخصه های فرایند ، حاصل از ماتریس طرح ریزی فرایند
- خطاهایی که در تحلیل با استفاده از روش FMEA ، عدد اولویت ریسک بالایی برای آنها محاسبه گردیده است (در واقع پس از انجام تحلیل FMEA بر روی قسمت های مختلف فرایند ، برخی از مشخصه های فرایند به صورت بالقوه از اولویت بالاتری برای مواجهه با خطا برخوردار هستند ، که این موارد باید حتماً به مرحله برنامه ریزی کنترل فرایند منتقل شوند ، تا روش های مناسبی برای کنترل آنها در نظر گرفته شود.

خروجی مطلوب و مورد انتظار از این مرحله ، طرح های تفصیلی برای کنترل مشخصه های فرایند و مشخصه های کلیدی قطعات و اجزا است ، تا از بدین ترتیب:

- مسایل و مشکلات بالقوه قابل پیش بینی و پیشگیری باشند.
- مقدار تغییرات در محصول نهایی حداقل باشد.

در این مرحله برای رسیدن به هدف اصلی - برنامه ریزی کنترل پارامترهای ویژه فرایند- اغلب فرایندهای بحرانی از ماتریس طرح ریزی فرایند به عنوان **What** های ماتریس برنامه ریزی کنترل فرایند در نظر گرفته می شوند. با استفاده از ماتریس تکمیل شده برنامه ریزی کنترل فرایند می توان نسبت به تهیه و تامین الزامات مورد نیاز برای کنترل هرچه بهتر فرایندهای شکل دهی محصول اهتمام ورزید.

